



(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

Offenlegungsschrift

DE 199 10 415 A 1

(51) Int. Cl.⁷:
G 01 C 19/58
H 03 J 3/00

DE 199 10 415 A 1

(21) Aktenzeichen: 199 10 415.8
(22) Anmeldetag: 10. 3. 1999
(43) Offenlegungstag: 14. 9. 2000

(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

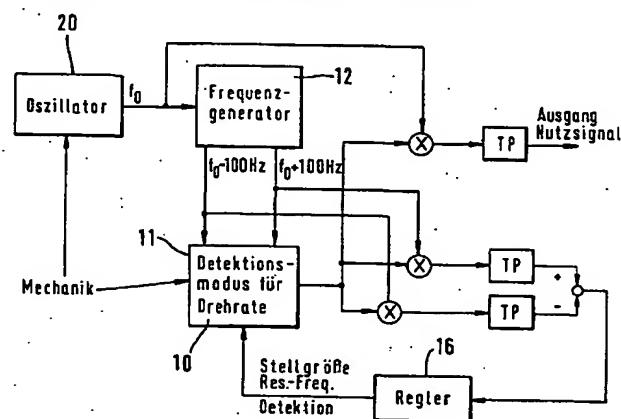
(72) Erfinder:
Thomae, Andreas, 72770 Reutlingen, DE; Funk,
Karsten, Dr., 70195 Stuttgart, DE; Artzner,
Johannes, 72764 Reutlingen, DE; Neul, Reinhard,
Dr., 70567 Stuttgart, DE; Bischofpink, Georg, Dr.,
72124 Pliezhausen, DE; Lutz, Markus, 72762
Reutlingen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Abstimmen eines ersten Oszillators mit einem zweiten Oszillator

(57) Verfahren und Vorrichtung zum Abstimmen eines ersten Oszillators mit einem zweiten Oszillator, wobei zwei

symmetrisch zu der Schwingung des zweiten Oszillators frequenz- und phasenverschobene Signale dazu verwendet werden, das Antwortverhalten des ersten Oszillators zu bestimmen. In Abhängigkeit der Differenz der Antwortverhalten wird eine Abstimmung des ersten Oszillators mit Bezug auf den zweiten Oszillator durchgeführt. Zur Amplitudenkorrektur erfolgt eine Quotientenbildung aus dem Ausgangssignal und der Summe der Antwortverhalten. Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung können insbesondere in einem Drehratesensor zum Einsatz kommen.



DE 199 10 415 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Abstimmen eines ersten Oszillators mit einem zweiten Oszillator sowie einen Drehratensensor, der ein derartiges Verfahren bzw. eine derartige Vorrichtung verwendet.

Es sind verschiedene Verfahren und Vorrichtungen bekannt, die zur Auswertung von Schwingungssignalen mehrerer Oszillatoren die erfaßten Signale numerisch behandeln, um Amplitudenfehler, Phasenfehler und dergleichen zu berücksichtigen. Es wird hierfür ein Signal auswerteverfahren verwendet, wie beispielhaft in der DE-OS 196 53 020 beschrieben. Allgemein sind Drehratensensoren, die beispielsweise den Corioliseffekt ausnutzen, im Zusammenhang mit Systemen zur Fahrzeugdynamikregelung bei Kraftfahrzeugen bekannt. Der beschriebene Drehratensensor besteht in an und für sich üblicher Weise aus einer oder mehreren Massen, die durch eine in einer elektrischen Schaltung erzeugten Spannung zur mechanischen Schwingung angeregt werden. Die mechanischen Schwingungen wirken auf eine oder mehrere Beschleunigungssensoren, die bei einer Drehung des Systems auch die auf die schwingenden Massen wirkende Coriolisbeschleunigung messen. Aus den Anregungs- und Beschleunigungssignalen kann mit Hilfe einer geeigneten Auswerteschaltung die Drehrate des Systems bestimmt werden.

Ein zusätzliches elektrisches Testsignal, das auf den oder die Beschleunigungssensoren gegeben wird, kann dazu dienen, eine zusätzliche, willkürlich erzeugte Beschleunigung auf den Sensor wirken zu lassen. Damit können beispielsweise Informationen über die Eigenschaften des Beschleunigungssensors und der nachgeschalteten Auswerteschaltung gewonnen werden. Es ist somit auch möglich, Fehler, insbesondere systematische Fehler, zu erkennen. Dies ist besonders wichtig, da den Corioliseffekt auswertende Drehratensensoren systematische Fehler aufweisen, deren Auswirkung auf das Meßsignal durch geeignete Wahl der Auswertemethoden minimiert werden muß. Es wurden möglichst weit entfernte Oszillatorkreisen gewählt, damit der Amplitudenfehler durch Resonanzüberhöhung und Phasenfehler möglichst gering ist, damit ein elektrisches Übersprechen des Schwingungssignals auf das Beschleunigungssignal durch phasenrichtige Demodulation unterdrückt werden kann. Da man den Frequenzabstand aufgrund von Empfindlichkeitseinbußen nicht zu groß wählen darf, bleibt immer ein bestimmter Restfehler bestehen.

Zur Auswertung der Ausgangssignale von Drehratensensoren werden Schaltungen des analogen und des digitalen Typs für die Signalverarbeitung verwendet. Solche Auswerteschaltungen können die Drehrate ermitteln und außerdem noch zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit des Sensors bzw. der Auswerteschaltung dienen. Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, die eine Auswertung von Schwingungen bei erhöhter Genauigkeit und bei geringerem Fehler ermöglicht. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, einen in dieser Art verbesserten Drehratensensor anzugeben.

Erfindungsgemäß werden diese Aufgaben durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1, eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruches 6 sowie durch Drehratensensoren mit den Merkmalen der Ansprüche 9 und 10 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind in den jeweiligen abhängigen Ansprüchen definiert.

Insbesondere umfaßt das erfindungsgemäße Verfahren 65 zum Abstimmen eines ersten Oszillators mit einem zweiten Oszillator die folgenden Schritte:

- Erzeugen von zwei symmetrisch zu der Schwingung bzw. Frequenz der zweiten Oszillatorkreis und/oder phasenverschobenen Signalen;
- Anregen des ersten Oszillators mit den so gebildeten Signalen;
- Bestimmen des Antwortverhaltens des ersten Oszillators auf diese Signale, beispielhaft als Amplituden- oder Phasenwerte;
- Bilden eines Differenzsignals aus den Antwortverhalten, z. B. eine Phasendifferenz oder eine Amplitudendifferenz;
- und Abstimmen der Frequenz und/oder der Phase des ersten Oszillators in Abhängigkeit von dem Differenzsignal.

Durch dieses Verfahren können somit zwei Schwingungen aufeinander abgestimmt ("gemacht") werden, so daß beispielsweise eine Resonanzüberhöhung gezielt einstellbar ist.

20 Vorteilhafterweise sind die ersten und zweiten Oszillatoren unterschiedliche, insbesondere orthogonale Moden ein und desselben Schwingungskörpers. Somit kann beispielsweise ein Schwingungskörper mit zwei Freiheitsgraden bezüglich seiner zwei Schwingungsmoden abgestimmt bzw. 25 "gemacht" werden. Alternativ ist das Verfahren natürlich auch anwendbar auf zwei voneinander unabhängige Schwingungskörper, und zwar auch bei unabhängiger Schwingungsrichtung.

Das Bestimmen des Antwortverhaltens kann in besonders 30 einfacher Weise mittels Erfassung der Amplitude und/oder der Phase der Schwingung des ersten Oszillators erfolgen. Diese Meßgrößen lassen sich besonders einfach z. B. mittels Beschleunigungssensoren oder ähnlichen Mitteln bestimmen.

35 Das Abstimmen des ersten Oszillators erfolgt vorteilhaft durch das Verschieben der Eigenfrequenz. Ein insbesondere bevorzugtes Verfahren zum Verschieben der Eigenfrequenz ist die sogenannte elektrostatische Mittkopp lung, wobei jedoch auch andere, das Schwingungsverhalten beeinflussende Verfahren, die dem Fachmann geläufig sind, zum Einsatz kommen können.

40 Schließlich ist es bevorzugt, daß das erfindungsgemäße Verfahren als Regelung verwendet wird, wobei zur Bildung der Regelung eine Wiederholung des Verfahrens stattfindet. Somit kann eine permanente Übereinstimmung ("Matchen") erzielt werden, die zusätzlich Temperaturänderungen berücksichtigt und andere Parameter ausgleicht, da die Schwingungen immer automatisch aufeinander abgestimmt werden.

45 Erfindungsgemäß weist die Vorrichtung zum Abstimmen eines ersten Oszillators mit einem zweiten Oszillator eine Einrichtung auf, die zwei symmetrisch zu der Schwingung des zweiten Oszillators frequenz- oder phasenverschobene Signale erzeugt. Die Vorrichtung umfaßt des weiteren eine Einrichtung, die das Antwortverhalten des ersten Oszillators auf die erzeugten Signale erfaßt und aus diesen erfaßten Werten ein Differenzsignal erzeugt. In Abhängigkeit von dem gebildeten Differenzsignal stimmt eine Steuereinrichtung die Amplitude, die Frequenz und/oder die Phase des ersten Oszillators ab. Insbesondere kann die Steuereinrichtung bevorzugt auch als Regeleinrichtung verwendet werden, die eine permanente Abstimmung der Schwingungen der zwei Oszillatoren gewährleistet.

50 Vorteilhafterweise ist die erfindungsgemäße Vorrichtung verwendbar mit unterschiedlichen, insbesondere orthogonalen Moden eines Schwingungskörpers sowie auf mehrere unabhängige Schwingungskörper, bei beliebiger Ausrichtung.

In weiterer Ausgestaltung umfaßt die Steuer- oder Regel-einrichtung eine elektrostatische Mittkopplungseinrichtung, um das Schwingungsverhalten des ersten Oszillators in besondere einfacher Weise abstimmen zu können, so daß das "Matchen" der zwei Schwingungen einfach durch Anlegen eines elektrischen Signales ermöglicht wird. Selbstverständlich sind auch andere, das Schwingungsverhalten beeinflussende Einrichtungen mit der erfundungsgemäßen Vorrichtung verwendbar, wie z. B. das Zuschalten von zusätzlichen Federn und dergleichen.

Die erfundungsgemäßen Drehratensensoren zeichnen sich dadurch aus, daß sie das erfundungsgemäße Verfahren zum Abstimmen eines ersten Oszillators mit einem zweiten Oszillator ausführen oder eine Vorrichtung zum Abstimmen eines ersten Oszillators mit einem zweiten Oszillator gemäß der vorliegenden Erfindung umfassen.

Es sollte erwähnt werden, daß die Erfindung nicht auf mechanische Schwingungen und Oszillatoren beschränkt ist.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nun anhand der beigefügten Zeichnung im einzelnen erläutert. In dieser zeigt

Fig. 1 ein Blockdiagramm eines Drehratensensors als ein erstes bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 2 ein Blockdiagramm, welches einen Teil eines Drehratensensors als zweites bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt,

Fig. 3 ein Diagramm eines weiteren bevorzugten Ausführungsbespieles eines erfundungsgemäßen Drehratensensors mit Empfindlichkeitskorrektur,

Fig. 4 eine Einrichtung zum Beeinflussen des Schwingungsverhaltens eines Oszillators als Teil eines bevorzugten Ausführungsbeispieles der erfundungsgemäßen Vorrichtung bzw. des erfundungsgemäßen Drehratensensors,

Fig. 5 ein Bodediagramm zur Erläuterung der erfundungsgemäßen Vorrichtungen und des erfundungsgemäßen Verfahrens, und

Fig. 6 ein weiteres Bodediagramm zur Erläuterung des erfundungsgemäßen Verfahrens.

In dem Blockdiagramm der Fig. 1 ist ein zweiter Oszillator 20 dargestellt, welcher einen Schwingungsmodus eines Schwingkörpers oder einen einzelnen Schwingkörper darstellen kann. Dieser wird in üblicher Weise wie bei bekannten Drehratensensoren schwingungsmäßig angeregt, wobei seine Eigenfrequenz f_0 ist. Diese Frequenz f_0 wird als Eingabe in einer Einrichtung 12 verwendet, die in der gezeigten Ausführungsform als Frequenzgenerator ausgebildet ist und zwei Testsignale erzeugt, die symmetrisch zu der Schwingung des zweiten Oszillators um ± 100 Hz Frequenz verschoben sind. Mit den so erzeugten Testsignalen wird ein erster Oszillator 10 angeregt. In der gezeigten Ausführungsform ist der erste Oszillator 10 in einer Einrichtung 11 enthalten, die das Antwortverhalten des Oszillators auf die erzeugten Signale erfäßt und ein Differenzsignal daraus bildet. Dieses Differenzsignal wird unter Verwendung einer geeigneten elektronischen Schaltung einem Regler 16 zugeführt, der eine Veränderung des Schwingungsverhaltens des Oszillators 10 über geeignete Maßnahmen beeinflußt. Sobald die zwei Oszillatoren 10, 20 eingeschwungen sind, besteht kein Differenzsignal mehr, so daß das Ausgangsnutzsignal unter stabilen Auswertebedingungen verwendet werden kann. So mit können zwei Schwingungsmoden eines Drehratensensors automatisch aufeinander abgestimmt werden, was zu stabilen Auswertebedingungen für die Corioliskraft führt. Da der Detektionsmodus bzw. der erste Oszillator exakt bei seiner Eigenfrequenz betrieben wird, resultiert eine Empfindlichkeitserhöhung entsprechend der Resonanzüberhöhung, das bedeutet, daß eine hohe Güte erzielt werden kann. Demzufolge läßt sich die Auflösung erheblich verbessern,

wobei auch Temperaturveränderungen und Alterungseffekte automatisch nachgeregelt werden, indem durch den Regelsteuerkreis die Schwingungen immer aufeinander gemacht bzw. abgestimmt sind.

5 In dem Blockdiagramm der Fig. 2 wird zusätzlich eine Auswertung der Amplitude der Testsignalantworten, die den Phasenfehler berücksichtigen, gezeigt. Hierin wird eine weitere Multiplikation mit einem Testsignal durchgeführt, welches um 90° phasenverschoben ist zu den jeweiligen 10 ursprünglichen Testsignalen. Die beiden Ergebnisse werden geometrisch addiert, um somit eine Information über die tatsächliche Amplitude der Testsignalantworten zu erhalten. Es ist festzuhalten, daß das in Fig. 2 dargestellte Blockdiagramm mit der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform kombiniert werden kann.

Alternativ kann mit dem in Fig. 2 dargestellten Blockdiagramm anhand der Auswertung der Phasendifferenz zwischen den Testsignalantworten und dem zweiten Oszillator die Resonanzfrequenz des Detektionskreises oder des ersten Oszillators geregelt werden. Die Phasenverschiebung des zweiten Oszillators beträgt in seinem Resonanzpunkt exakt 90° . Der Detektionsmodus für die Drehrate bestimmt somit wiederum ein Differenzsignal aus den Testsignalantworten, diesmal bezüglich der Phase, und veranlaßt in analoger Weise eine Abstimmung des ersten Oszillators 10. Somit wird der erste Oszillator 10 so lange verstimmt, bis ein eingeschwungener Zustand vorliegt, bei dem der Betrag der Differenzen der Phasenschwiegung identisch ist, d. h. bis das Differenzsignal nicht mehr auftaucht.

Fig. 3 zeigt ein Blockdiagramm eines weiteren bevorzugten Ausführungsbeispieles, mit dem eine Empfindlichkeitskorrektur durchführbar ist. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird aus der Summe der beiden Testsignalantworten eine Information über die Resonanzüberhöhung erhalten. Man kann nunmehr einen Quotienten bilden von Ausgangs-Nutzsignal zu Summensignal, wodurch die Empfindlichkeit des Nutzsignals normiert werden kann, d. h. unabhängig von der Güte des Detektionskreises.

Fig. 4 zeigt schematisch das Funktionsprinzip der elektrostatischen Mittkopplung, welche als Einrichtung verwendet werden kann, um den ersten Oszillator abzustimmen, insbesondere wenn es sich um einen mechanischen Oszillator handelt. Die Frequenz eines Schwingers kann allgemein durch die sogenannte elektrostatische Mittkopplung reduziert werden. Eine elektrostatische Mittkopplung ergibt sich, wenn man an eine kapazitiv-differentiell messende Anordnung eine Gleichstromspannung anlegt (was auch für einfache Kondensatoren gilt). Die kapazitiv-differentiell messende Anordnung wird durch einen Plattenkondensator mit den Platten 22, 24 und einer dazwischen angeordneten schwingenden Masse 10 gebildet. Bei der Messung werden die Kapazitäten bestimmt, die zwischen der schwingenden Masse und den einzelnen Platten des Plattenkondensators 22, 24 entstehen. Die schwingende Masse 10 ist in dem gezeigten Ausführungsbeispiel an einer Feder 26 aufgehängt, die über die Federkonstante k verfügt. Die gesamte Steifigkeit des Systems ergibt sich aus der Summe der mechanischen und elektrostatischen Steifigkeit. Die elektrostatische Steifigkeit entspricht der Ableitung der elektrostatischen Kraft nach der Auslenkung des Schwingungskörpers 10. Durch die elektrostatische Mittkopplung kann das System härter oder weicher gestaltet werden, da sich zwei Platten mit unterschiedlichem Potential bekanntmaßen anziehen. Der Mittkopplungsfaktor ergibt sich aus folgender Gleichung:

$$k_m = \frac{dF_{el}}{dx} = \frac{d}{dx} \left(\frac{1}{2} \epsilon \frac{A}{(d_{gap} - x)^2} U^2 \right)$$

wobei A die Fläche des Plattenkondensators, X die Auslenkung, U die Spannung und d_{gap} den Plattenabstand des Kondensators darstellen. Aus obiger Gleichung läßt sich die Formel für die Resonanzfrequenz des ersten Oszillators bzw. des Detektionsmodus wie folgt bestimmen:

$$f = \frac{1}{2 * \pi} \sqrt{\frac{k - k_m}{m}}$$

Alternativ zu der elektrostatischen Mittkopplung kann der erste Oszillator auch durch den sogenannten Closed-loop-Betrieb abgestimmt werden, wobei hierauf nicht weiter im Detail eingegangen werden soll, da dieses Verfahren dem Fachmann aus dem Bereich der Schwingungslehre bekannt ist.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren, wie auch die das Verfahren bzw. die Vorrichtung verwendenden Drehratensensoren können besser verstanden werden anhand der folgenden Beschreibung des in Fig. 5 dargestellten Bodediagrammes. Im oberen Teil der Fig. 5 ist eine Auftragung des Schwingungsverhaltens des ersten Oszillators dargestellt. Aufgetragen wurde die Amplitude des Ansprechverhaltens in Abhängigkeit der Frequenz der Testsignale. Gestrichelt ist die Resonanzverteilung des ersten Oszillators dargestellt, wie er vor Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens vorliegt. Wenn nun der erste Oszillator mit den Testfrequenzen angeregt wird, d. h. mit den Frequenzen benachbart zu f_0 , so ergeben sich zwei unterschiedliche große Amplituden der Antwortsignale. Bildet man nun aus diesen zwei Antwortsignalen eine Differenz und veranlaßt in Abhängigkeit dieses Differenzsignals eine Verschiebung der Detektionsfrequenz, so wird die Resonanzfrequenzkurve erhalten, die als durchgezogene Linie dargestellt ist. Somit wird der erste Oszillator in solch einer Weise abgestimmt, daß seine Resonanzfrequenz mit der Frequenz f_0 übereinstimmt. In diesem Zustand entspricht die Amplitude des Antwortsignals bei den beiden Testfrequenzen einander, so daß kein Differenzsignal gebildet wird. Dies stellt den eingeschwungenen Zustand dar, in dem die Übereinstimmung stattfindet. Im Gegensatz zum Stand der Technik ist es somit nicht mehr nötig, den Detektionsmodus möglichst weit von der Oszillatorkreisfrequenz entfernt vorzusehen, wie es bei Drehratensensoren bisher der Fall war. Vielmehr tritt ein Amplitudenfehler durch die Resonanzüberhöhung und der Phasenfehler nicht mehr auf, da dieser eingeschwungene Zustand durch permanente Regelung immer und stabil beibehalten wird.

Analog zur Auswertung anhand der Amplitude kann die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren auch auf der Auswertung einer Phase des ersten Oszillators basieren, wie es im unteren Teil von Fig. 5 dargestellt ist.

In Fig. 6 ist schließlich ein Bodediagramm gezeigt, welches die Empfindlichkeitskorrektur darstellt. Wie bei der Beschreibung von Fig. 2 erwähnt, kann man durch Summieren der beiden Testsignalantworten eine Information über die Resonanzüberhöhung erhalten. Wenn man den Quotienten aus Ausgangsnutzsignal durch das Summensignal bildet, so wird die Empfindlichkeit des Nutzsignals unabhängig von der Güte des Detektionskreises, so daß sich insgesamt die weniger fehlerbehaftete durchgezogene Kurve im Amplitudenfrequenzdiagramm ergibt.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß mit der erfindungsgemäßen Lösung die Resonanzüberhöhung ausgenutzt werden kann, entgegen der bisherigen Auffassung, wonach man, bedingt durch den Amplitudenfehler und den Phasenfehler, ein benachbartes Vorsehen von zwei Frequenzen vermieden hat. Der Empfindlichkeitsfehler kann durch den Betrieb in der Resonanzüberhöhung vollständig kompensiert werden, so daß mit der erfindungsgemäßen Lösung ein Drehratensor realisierbar ist, der eine bessere Ansprechfähigkeit aufweist und zudem eine einfache Auswertung des Nutzsignals erlaubt. Es sollte noch erwähnt werden, daß die Erfindung sowohl mit einem analogen als auch mit einem digitalen Signalprozessor realisierbar ist.

15

Patentansprüche

1. Verfahren zum Abstimmen eines ersten Oszillators (10) mit einem zweiten Oszillator (20), mit den folgenden Schritten:

- Erzeugen von zwei symmetrisch zu der Schwingung des zweiten Oszillators (20) frequenz- und/oder phasenverschobenen Signalen;
- Anregen des ersten Oszillators (10) mit den erzeugten Signalen;
- Bestimmen des Antwortverhaltens des ersten Oszillators (10);
- Bilden eines Differenzsignals aus den Antwortverhalten; und
- Abstimmen der Frequenz und/oder der Phase des ersten Oszillators (10) in Abhängigkeit von dem Differenzsignal.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die ersten und zweiten Oszillatoren (10, 20) unterschiedliche, insbesondere orthogonale Moden eines Schwingungskörpers und/oder mehrere unabhängige Schwingungskörper sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem der Schritt des Bestimmens des Antwortverhaltens das Erfassen der Amplitude und/oder der Phase der Schwingung des ersten Oszillators (10) umfaßt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem zur Amplitudenkorrektur der Quotient aus dem Ausgangsnutzsignal und der Summe der Antwortverhalten gebildet wird.

5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welchem der Schritt des Bestimmens des ersten Oszillators das Verschieben der Eigenfrequenz, insbesondere mittels elektrostatischer Mittkopplung umfaßt.

6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, mit dem weiteren Schritt des wiederholten Durchführens des Verfahrens.

7. Vorrichtung zum Abstimmen eines ersten Oszillators (10) mit einem zweiten Oszillator (20), mit einer Einrichtung (12), die zwei symmetrisch zu der Schwingung des zweiten Oszillators frequenz- und/oder phasenverschobene Signale erzeugt;

eine Einrichtung (11), die das Antwortverhalten des ersten Oszillators (10) auf die erzeugten Signale erfäßt und ein Differenzsignal erzeugt; und
eine Steuereinrichtung, die die Frequenz und/oder Phase des ersten Oszillators (10) in Abhängigkeit von dem Differenzsignal abstimmt.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, bei der die ersten und zweiten Oszillatoren (10, 20) unterschiedliche, insbesondere orthogonale Moden eines Schwingungskörpers und/oder mehrere unabhängige Schwingungskörper sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, bei der die

Steuereinrichtung eine elektrostatische Mittkopplungseinrichtung umfaßt.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, bei der zur Amplitudenkorrektur eine Quotientenbildung aus dem Ausgangssignal und der Summe der Antwortverhalten erfolgt.⁵

11. Drehratensor mit einer Signalverarbeitungseinrichtung, die aus erfaßten Schwingungen zweier Oszillatoren eine Drehrate bestimmt, dadurch gekennzeichnet, daß eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10 vorgesehen ist.¹⁰

12. Drehratensor mit einer Signalverarbeitungseinrichtung, die aus erfaßten Schwingungen zweier Oszillatoren eine Drehrate bestimmt, dadurch gekennzeichnet, daß die Signalverarbeitungseinrichtung ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 ausführt.¹⁵

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

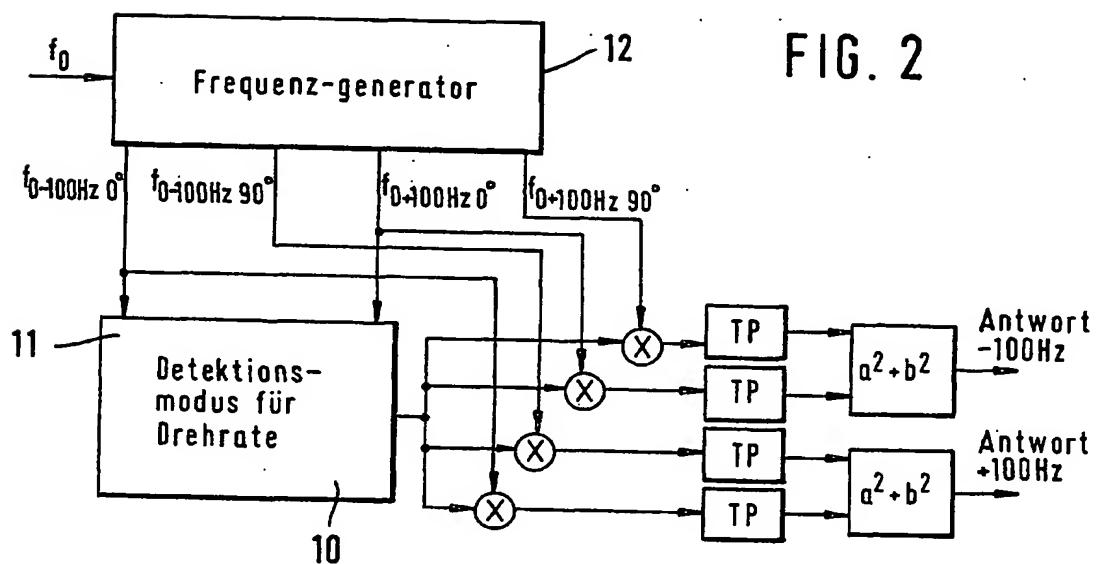
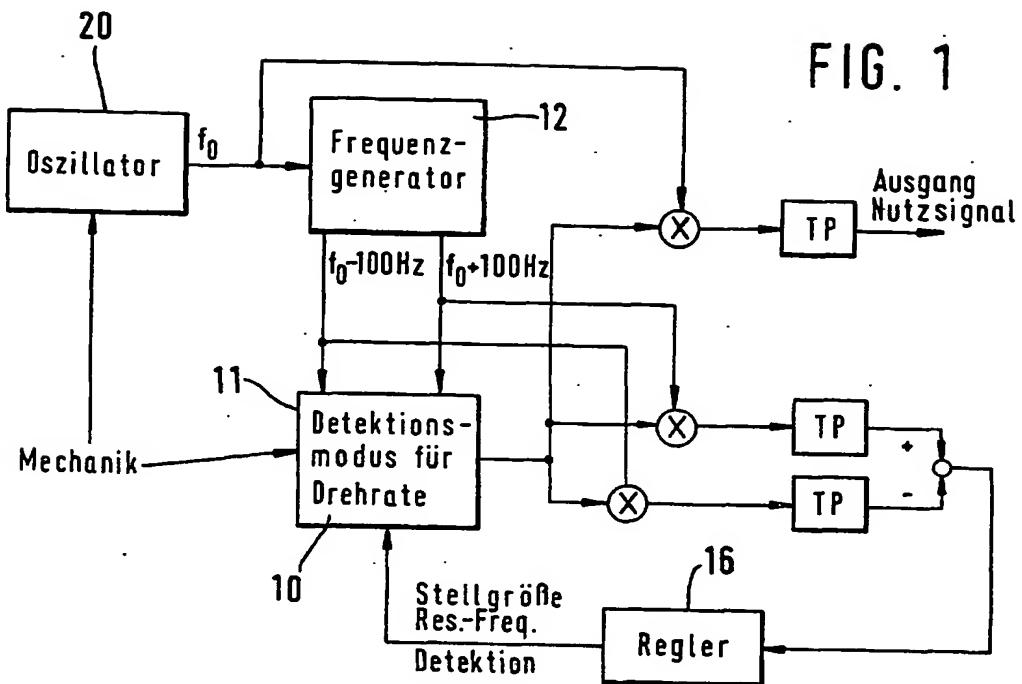


FIG. 3

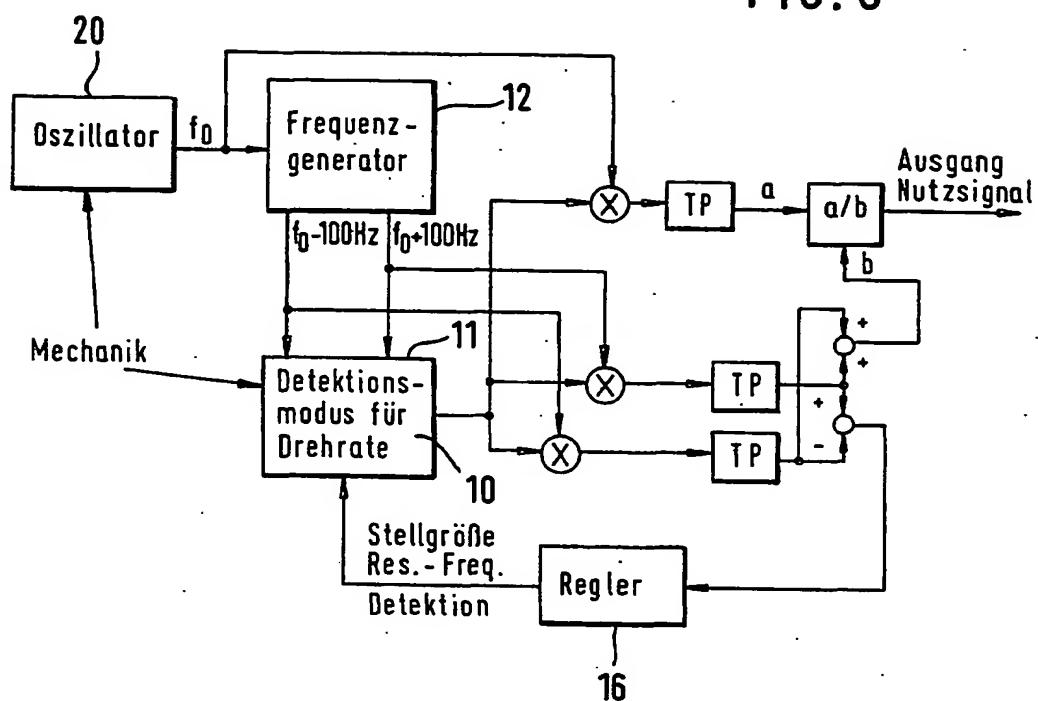


FIG. 4

